

Proyecto de implementación Lean / Six Sigma en planta de colchones

Humberto Adin Ariza Sánchez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela De Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y De Negocios (Ecacen)

Especialización en gestión de proyectos

Bogotá

2021

Proyecto de implementación Lean / Six Sigma en planta de colchones

Humberto Adin Ariza Sánchez

Trabajo para optar al título de especialización en gestión de proyectos

Directora:

Rosalba Pacheco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela De Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y De Negocios (Ecacen)

Especialización en gestión de proyectos

Bogotá

2021

Página de Aceptación

Rosalba Pacheco

Director Trabajo de Grado

Jurado

Bogotá-2021

Agradecimientos

Agradezco por este proyecto a Dios, mi familia y mis formadores.

A Dios porque me ha ayudado en el camino de la vida en cada paso que doy, me guía, me cuida, me fortalece y me ha hecho mejor a través del tiempo.

A mi familia, mi madre, mi hermana, mi tía, mi esposa, mi hija y mi hijo, quienes me apoyan en todo momento y depositan su entera confianza en cada reto que afronto. Los amo.

Y finalmente a todas las personas que me han formado a nivel académico y laboral, mis profesores, tutores y jefes con los que he aprendido y vivido experiencias que puedo aprovechar en mi futuro como profesional.

Resumen

Ante los avances tecnológicos, el actual entorno globalizado y la competitividad, las organizaciones se ven obligadas a modificar sus estrategias y procesos para mantener sus ventajas. Toda empresa de alto nivel está adoptando políticas de calidad y mejora continua, además cada día hay más ingenieros laborando en el área de QA/QC (Aseguramiento y control de la calidad) para lograr mejoras en calidad y eficiencia de procesos, por lo se hace necesario adoptar métodos como Six Sigma y Lean Manufacturing, para buscar productividad y así lograr beneficios económicos para la empresa y la satisfacción del cliente.

Durante el desarrollo de este trabajo escrito se integra información de la metodología Lean Manufacturing, Six Sigma, fabricación de colchones, herramientas estadísticas, análisis y mejora, Gestión de Calidad y Gestión de Proyectos, aprovechando experiencias propias adquiridas laboralmente en el proceso de fabricación de colchones.

Se espera brindar un documento de apoyo para consultas de Pymes y estudiantes de Ingeniería Industrial en sus necesidades académicas o profesionales.

Palabras clave: Six sigma, Lean Manufacturing, Gestión Ágil de proyectos, mejora continua, variación, desperdicios, NTC 2094.

Abstract

Faced with technological advances, the current globalized environment and competitiveness, organizations are forced to modify their strategies and processes to maintain their advantages. Every high-level company is adopting quality policies and continuous improvement, in addition, every day there are more engineers working in the area of QA / QC (Quality Assurance and Control) to achieve improvements in quality and process efficiency, so it is necessary to adopt methods such as Six Sigma and Lean Manufacturing, to seek productivity and thus achieve economic benefits for the company and customer satisfaction.

During the development of this written work, information on the Lean Manufacturing methodology, Six Sigma, mattress manufacturing, statistical tools, analysis and improvement, Quality Management and Project Management is integrated, taking advantage of the own experiences acquired at work in the manufacturing process of mattresses.

It is expected to provide a supporting document for Pymes and Industrial Engineering students in their academic or professional needs.

Keywords: Six sigma, Lean Manufacturing, Agile project management, continuous improvement, variation, waste, NTC 2094.

Tabla de contenido

Lista de figuras	9
Lista de tablas	10
Introducción	11
Problema.....	13
Descripción del Problema.....	13
Planteamiento del Problema	13
Sistematización del Problema.....	13
Justificación.....	14
Objetivos	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos	15
Marco teórico	16
Gestión De Proyectos	16
<i>Gestión Ágil De Proyectos</i>	16
<i>Valores importantes</i>	16
<i>Beneficios</i>	16
<i>Gestión de Proyectos Tradicional</i>	17
<i>Beneficios</i>	17
<i>Metodología de proyectos ágil versus tradicional</i>	18
Six Sigma.....	18
<i>Antecedentes</i>	18
<i>Un Proceso Six Sigma versus Un Sistema Six Sigma</i>	20
<i>Variación</i>	21
<i>Calidad Tradicional Vs. Six Sigma</i>	22

<i>Etapas</i>	23
Lean Manufacturing	23
<i>Origen</i>	24
<i>Evolución</i>	24
<i>Los principios fundamentales del Lean Manufacturing</i>	25
<i>Desperdicio o merma</i>	26
<i>Herramientas para JIT (Justo a tiempo)</i>	30
<i>VSM</i>	31
Desarrollo de la Investigación.....	32
Estado del arte	32
Requisitos legales	34
Fabricantes de colchones con certificaciones de calidad.....	34
Scrum.....	36
<i>Roles</i>	36
<i>Definición de Sprints</i>	36
<i>Plan de Reuniones</i>	38
<i>Riesgos</i>	38
<i>Backlog</i>	40
<i>Determinación del Burn Down</i>	41
Six Sigma.....	42
<i>D (Definir)</i>	42
<i>M (Medir)</i>	44
<i>A (Analizar)</i>	45
<i>I (Mejorar)</i>	46
<i>C (Controlar)</i>	47

Lean manufacturing	47
<i>Situación propuesta</i>	48
<i>Objetivos</i>	49
<i>Análisis de causas</i>	50
<i>Mejoramiento</i>	51
Metodología	52
Resultados	53
Conclusiones	54
Recomendaciones	55
Referencias	56

Lista de figuras

Figura 1: <i>Etapas de la gestión de proyectos</i>	17
Figura 2: <i>Variación vs perdida</i>	21
Figura 3: <i>Etapas del Six Sigma</i>	23
Figura 4: <i>Tipos de desperdicio</i>	26
Figura 5: <i>Ejemplo VSM</i>	31
Figura 6: <i>Mercado de colchones en Colombia</i>	33
Figura 7: <i>Devoluciones internas de producto terminado Ago-2018</i>	42
Figura 8: <i>Devoluciones de subensambles (controles de proceso)</i>	43
Figura 9: <i>Análisis de causas (Ishikawa)</i>	45

Figura 10: <i>Situación actual</i>	47
Figura 11: <i>Análisis de causas (Ishikawa)</i>	50

Lista de tablas

Tabla 1: <i>Metodología de proyectos ágil versus tradicional</i>	18
Tabla 2: <i>Calidad Tradicional Vs. Six Sigma</i>	22
Tabla 3: <i>Certificaciones de calidad vigentes en el sector colchonero</i>	34
Tabla 4: <i>Cuadro de Roles</i>	36
Tabla 5: <i>Sprints</i>	36
Tabla 6: <i>Reuniones</i>	38
Tabla 7: <i>Valoración de riesgos</i>	39
Tabla 8: <i>Backlog de Producto</i>	40
Tabla 9: <i>Burn Down</i>	41
Tabla 10: <i>Plan de mejoramiento</i>	46
Tabla 11: <i>Actividades de Control</i>	47
Tabla 12: <i>Situación operativa propuesta</i>	48
Tabla 13: <i>Formato para Indicadores Diarios</i>	49
Figura 11: <i>Análisis de causas (Ishikawa)</i>	50
Tabla 14: <i>Plan de Mejoramiento</i>	51

Introducción

Las organizaciones del mundo actual, están obligadas a hacer de la mejora continua una fuente inagotable de oportunidades, para mantenerse competitivas y vigentes. Lo que conlleva a que se deben adaptarse rápida y eficientemente al nuevo entorno y tecnologías, generando diferenciales en sus procesos y en la satisfacción a sus clientes, para así permanecer y crecer en el mercado.

Con cambios de paradigmas como Calidad Total, Justo a Tiempo, Control Estadístico de Procesos, Círculos de Calidad y Los principios Deming aparecen Lean Manufacturing y Six Sigma, cuyo valor es la búsqueda de cómo reducir la variación y desperdicios, mediante el conocimiento profundo que la organización gana sobre cómo controlar los procesos. Esto le permite maximizar la efectividad de sus recursos, tiempo y materia prima.

La industria colchonera, es una industria manufacturera que, durante los últimos años con la llegada de competidores internacionales y el aumento de productores informales, se ha visto obligada a evolucionar para adaptarse a los cambios del mercado, mediante proyectos de implementación de metodologías de manufactura y gestión de la calidad; buscando ser más eficaces y eficientes, generando valores diferenciales en el mercado.

Teniendo en cuenta que la información disponible para la implementación práctica de las metodologías descritas es escasa, se realiza una compilación de la experiencia laboral de mi parte, cursos teórico-prácticos, recopilación de proyectos de implementación en una empresa del sector colchonero y los principios de gestión de proyectos.

Las etapas generales definidas: Definición de las variables críticas y desperdicios en la fabricación de colchones, aplicación de las metodologías Six Sigma y Lean Manufacturing al

proceso, y la documentación de la aplicación de las herramientas para gestión de proyectos ágiles; buscan generar un documento de consulta que guíe en el desarrollo de las actividades a ejecutar.

Este documento está dirigido a profesionales involucrados en proyectos de implementación de metodologías de fabricación y gestión de la calidad, del sector manufacturero y con responsabilidades directas sobre las actividades a desarrollar.

Al finalizar la monografía se revisará el resultado de implementación, contra los objetivos propuestos y las posibles causas que generaron desviaciones respecto al resultado deseado.

Problema

Descripción del Problema

La competitividad en el sector colchonero actual, conlleva que las organizaciones formales de productores, busquen alternativas que les permitan aumentar la productividad y calidad, para generar diferenciación en el mercado.

Ya que los tiempos para reaccionar ante los cambios del mercado son cortos, la gestión de proyectos ágiles, aparece como posible herramienta indicada, para la implementación de métodos de producción que mejoren la productividad y calidad.

Lean Manufacturing y Six Sigma, son herramientas potentes para mejorar los procesos productivos y generar valor agregado a las partes interesadas.

Planteamiento del Problema

¿Es eficaz la gestión de proyectos ágiles, en la implementación de Lean Manufacturing y Six Sigma, en una empresa de colchones?

Sistematización del Problema

Se recopila información de una empresa del sector colchonero, cursos teórico-prácticos y bibliografía relacionada; para mostrar la ejecución de las etapas de implementación y se analizan los resultados.

Justificación

El motivo principal para realizar esta monografía, es el de compartir información y experiencias laborales reales, para proporcionar al lector un contexto de las situaciones y dificultades presentadas durante la implementación de un proyecto en una planta de manufactura. Esto puede permitir aumentar la eficiencia en la implementación de proyectos similares y dar mejores resultados.

Es importante enfatizar que los tiempos para implementar cambios en los procesos productivos, deben dar respuesta a las dinámicas de los mercados. Por lo cual la metodología de gestión de proyectos seleccionada, debe estar acorde a la dimensión de los cambios requeridos y así optimizar el ciclo de vida del proyecto.

Además, exponer al lector la existencia de empresas del sector colchonero colombiano, que cumplen normas técnicas e incluso implementan metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma, genera cierta conciencia de compra, que ayuda a evitar caer en el mercado informal de colchones.

Objetivos

Objetivo General

Documentar la gestión del proyecto para implementación de las metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma, en el proceso de producción de una empresa fabricante de colchones, que contribuya a mejorar la eficiencia.

Objetivos Específicos

- Examinar el estado del mercado, requisitos legales y el estándar de calidad del sector colchonero nacional
- Diagnosticar el proceso, las variables críticas y los desperdicios en la producción de colchones
- Documentar la implementación de las metodologías Six Sigma y Lean Manufacturing,
- Analizar los resultados del proyecto, en la productividad del proceso de fabricación

Marco teórico

Gestión De Proyectos

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Un proyecto crea productos entregables únicos. Productos entregables son productos, servicios o resultados.

Gestión Ágil De Proyectos

Enfoque general utilizado inicialmente en desarrollo de software, fue adaptado a muchos otros ámbitos. Se basa principalmente en el trabajo de equipo, colaboración y división de tareas; se caracteriza por adaptarse a cambios dinámicamente.

Valores importantes

Enfoque en individuos e interacciones

El resultado es más relevante que la documentación

La colaboración con el cliente es importante

Adaptabilidad al cambio

Beneficios

Prioridades flexibles

Entregas anticipadas

Costos y cronograma conocidos

Mejor calidad del resultado

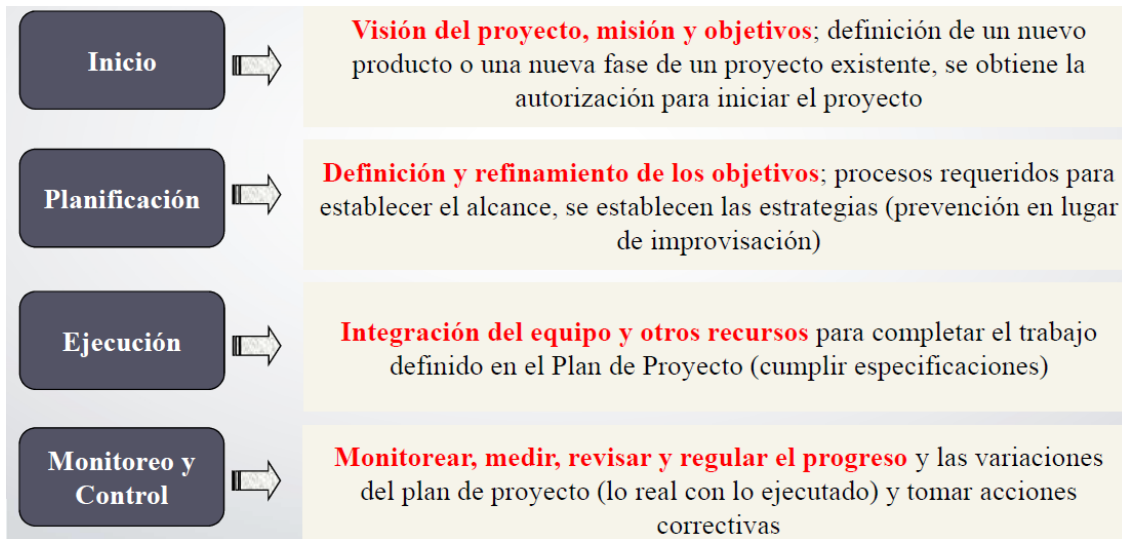
Procesos transparentes

Gestión de Proyectos Tradicional

Metodología en donde los proyectos se ejecutan cíclica y secuencialmente.

Figura 1

Etapas de la gestión de proyectos



Fuente: Aden International Business School. (2017)

Se define enfatizar en procesos lineales, documentación, planificación y priorización. El tiempo y el presupuesto son variables y los requerimientos (aquello que tenemos que lograr) son fijos.

Cada etapa tiene herramientas y técnicas definidas, por la metodología PMBOK.

Beneficios

Objetivos claros

Procesos definidos y controlados

Documentación clara

Responsabilidad alta

Metodología de proyectos ágil versus tradicional

Tabla 1

Metodología de proyectos ágil versus tradicional

Características	Enfoque ágil	Enfoque tradicional
Estructura organizativa	Iterativa	Lineal
Escala de proyectos	Pequeños y medios	Grandes
Requisitos	Dinámicos	Bien definidos antes de empezar
Implicación del cliente	Alta	Baja
Modelo de desarrollo	Entrega evolutiva	Ciclo de vida
Participación del cliente	Los clientes participan desde el momento en que se empieza a realizar el trabajo.	Los clientes se involucran al principio del proyecto, pero no una vez que la ejecución ha comenzado.
Gestión de escalado	Cuando ocurren problemas, todo el equipo trabaja junto para resolverlo.	El problema se escala a los gerentes del proyecto.
Preferencias del modelo	El modelo ágil favorece la adaptación.	El modelo tradicional favorece la anticipación.
Producto o proceso	Menos enfoque en los procesos formales y directivos.	Más enfocados sobre los procesos que sobre el producto.
Planificación	Se planifica de Sprint en Sprint.	Se planifica todo con gran detalle.
Estimación del esfuerzo	El Scrum Master facilita las tareas y el equipo hace la estimación.	El gestor del proyecto estima y obtiene la aprobación del propietario del proyecto.
Revisiones y aprobaciones	Las revisiones se realizan después de cada iteración.	Constantes revisiones y aprobaciones por parte de los líderes del proyecto.

Fuente: Compilado de Palacio (2018)

La elección debe obedecer a elementos como la naturaleza del proyecto, dimensión, recursos disponibles, tecnologías, riesgos, entre otros.

Six Sigma

Antecedentes

De acuerdo a P.E.T. Terra Systems Company (2006) Los gurús Walter Shewhart, W. Edwards Deming, Joseph Juran, Karou Ishikawa, Genechi Taguchi y otros establecieron los principios de la calidad moderna durante la primera mitad del siglo XX. Durante los últimos dos

siglos los estadísticos Gauss, Ronald Fisher, Acheson Duncan, W.S. Gosset, George Box, Genechi Taguchi, Douglas Montgomery y otros han estado desarrollando las herramientas estadísticas esenciales para la ejecución de los principios de la calidad moderna.

Durante los últimos cincuenta años hemos intentado implementar:

- Calidad Total (TQM)
- Justo a Tiempo (JAT)
- Control Estadístico de Procesos (CEP)
- Círculos de Calidad
- Los principios Deming
- Y ahora - Six Sigma

Mientras ciertas industrias están muy atrasadas en la aplicación de las herramientas estadísticas, otras no pueden vivir sin ellas. Según Lester Thurow, sin el control de procesos estadísticos las placas de semi-conductores de alta densidad no podrían ser fabricadas hoy día. Pueden ser inventadas, pero no fabricadas.

Frecuentemente el único propósito del departamento de calidad era de inspeccionar y documentar defectos y responder a quejas de los clientes. Los operarios ignoraban señales en las gráficas de control si las pruebas de calidad indicaban que estaban dentro especificación. La planta aplicaba gráficas de control solamente a las características del producto final, y ninguna a parámetros del proceso y a las entradas del proceso.

Dentro de la gestión de operaciones aparecen enfoques de gestión de calidad como el control de calidad, el aseguramiento de calidad y la calidad total. Ésta última junto al control estadístico de procesos son los precursores de la metodología de mejora de procesos Six Sigma.

En 1987, la empresa Motorola inicio el uso de la expresión "Procesos Six Sigma". Con esta frase quería comunicar al consumidor que producían muy pocos defectos. Según la definición tradicional de un "proceso Six Sigma" significa que contando con los desviaciones inevitables de un proceso de manufactura típico (un desviación de la media ± 1.5 desviación estándares (sigma) no producirá más de 3.4 defectos por millón (DPM) para un criterio dado.

Empezando en los años 1990, un grupo en la empresa Allied Signal inició la implementación de una metodología bajo el nombre "Six Sigma". Esta metodología implementa en forma de un proyecto las herramientas estadísticas con el objetivo de aumentar la calidad y productividad de un proceso de manufactura. Para proveer motivación adicional, inventaron un sistema de reconocimiento análogo al sistema de cintas para artes marciales. Usuarios de las herramientas son cintas verdes. Expertos en las herramientas básicas y avanzadas son cintas negras, gerentes que patrocinan y apoyan los proyectos Six Sigma son cintas negras maestras.

El movimiento Six Sigma ganó mucha popularidad cuando al final de la década de 1990 la empresa General Electric inició su aplicación del método y el CEO Jack Welch llegó a ser un campeón por la estrategia Six Sigma. General Electric publicó que aumentaron sus ganancias por más de US\$20 millones con aumentos de sus utilidades de 10% a 15%.

Un Proceso Six Sigma versus Un Sistema Six Sigma

Un proceso "Six Sigma" es un proceso que produce 3.4 DPM y tiene una distancia de Six desviaciones estándar (sigma) entre la media (promedio) del procesos y los límites de especificaciones. El índice de capacidad de procesos $Cpk = 2$ para un proceso Six Sigma.

Un sistema "Six Sigma" es un sistema en que las decisiones claves sobre los procesos y calidad están basadas en información estadística.

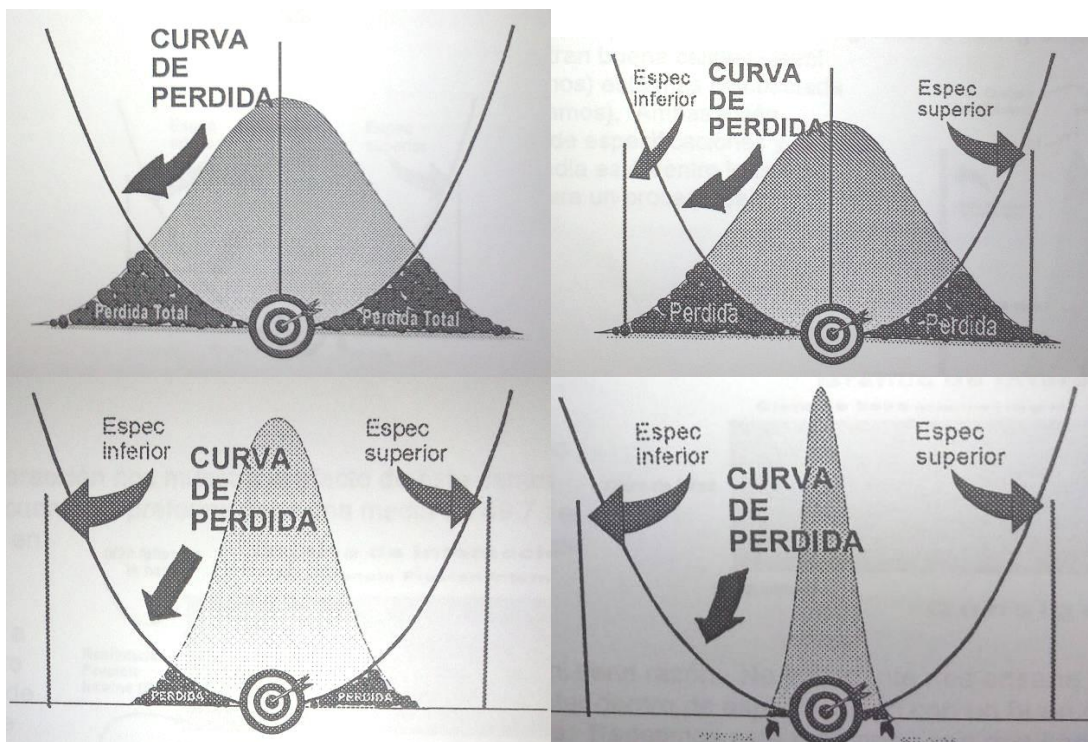
El valor verdadero de un "sistema Six Sigma" es en la búsqueda de cómo reducir variación y el conocimiento profundo que la organización gana sobre cómo controlar la media y la varianza de los procesos. Esto le permite maximizar la efectividad de sus recursos, tiempo y materia prima.

Variación

Según Genechi Taguchi, el gurú de calidad japonés, la variación inherentemente causa pérdida. Taguchi expresa la pérdida en términos matemáticos.

Figura 2

Variación vs pérdida



Nota. A mayor variación mayor pérdida y viceversa

Fuente: P.E.T. Terra Systems Company (2006)

Calidad Tradicional Vs. Six Sigma

Tabla 2

Calidad Tradicional Vs. Six Sigma

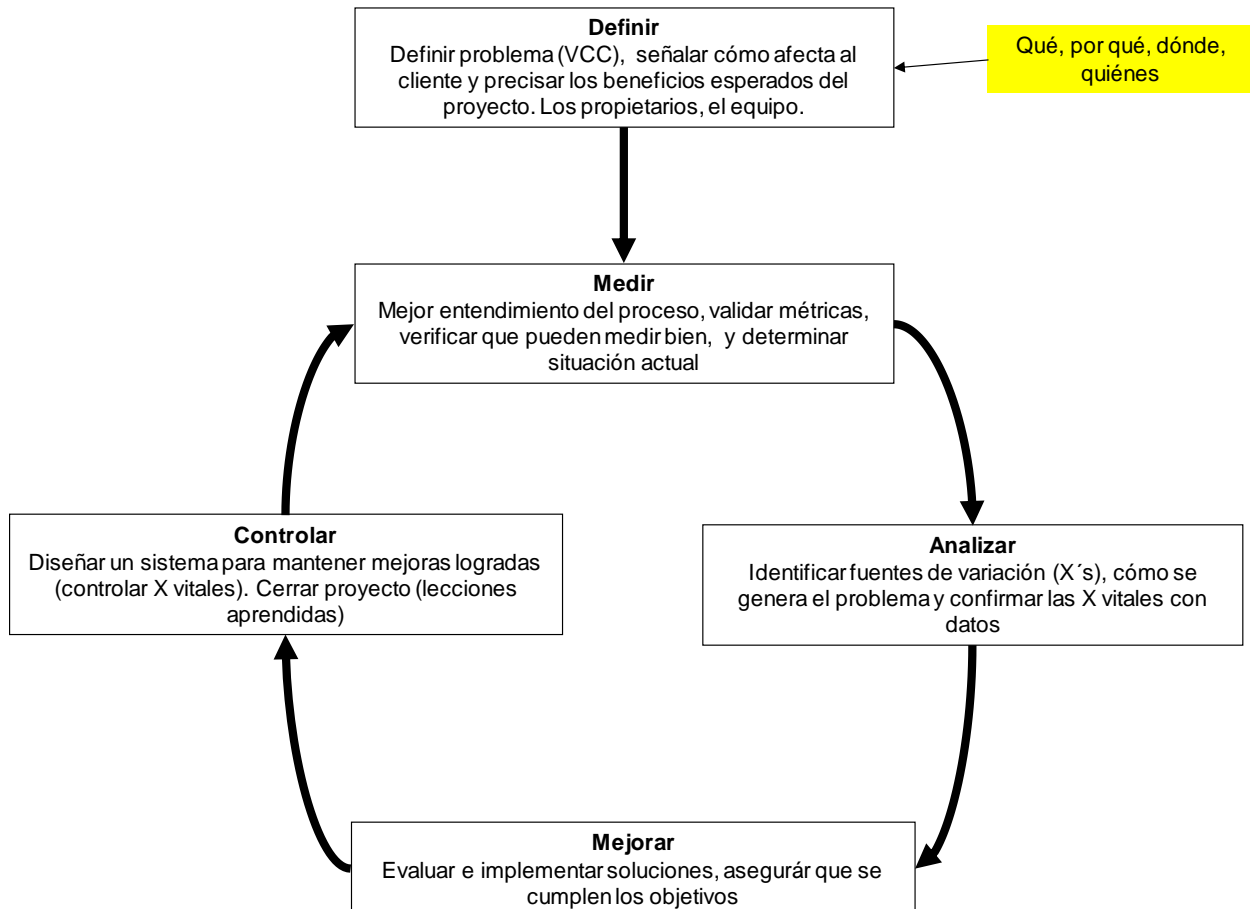
Característica	Calidad Tradicional	Six Sigma
Estructura	Centralizada, rígida y de enfoque reactivo	Descentralizada, enfoque proactivo para detectar y solucionar los
Herramientas de mejora	Ninguna estructurada de las herramientas de mejora	Técnicas estadísticas
Aplicación	Sin soporte en la aplicación de las herramientas, uso es localizado y aislado	Tiene una estructura de apoyo y capacitación al personal, para el uso de las herramientas de mejora
Toma de decisiones	Se efectúa sobre sin basarse en datos	Se basa en datos precisos y objetivos
Acciones correctivas	Provisionales, se corrige en vez de prevenir	Ataca la causa raíz para evitar la recurrencia de los problemas
Capacitaciones	Sin planes específicos definidos	Estructura planes de formación para la aplicación de las técnicas estadísticas
Enfoque	Inspección para detectar defectos (salida del proceso)	Control de las variables clave de entrada al proceso, las cuales generan la salida o producto deseado del proceso

Fuente: P.E.T. Terra Systems Company (2006)

Etapas

Figura 3

Etapas del Six Sigma



Fuente: P.E.T. Terra Systems Company (2006)

Lean Manufacturing

Según CoWork. (2018) es un método para organizar el trabajo, que se apalanca en la continua mejora y optimización del sistema de producción, mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso.

El objetivo principal es minimizar las pérdidas generadas en procesos de manufactura, optimizando el uso de los recursos. De esta manera se disminuye el malgasto, se mejora la calidad y los tiempos y costos de producción bajan.

Origen

Sakichi Toyoda, con su hijo Kiichiro, fundaron la Toyota Motor Company en 1937. Sakichi adicionó a sus telares el Jidoka, un accesorio que detecta problemas de calidad, daba alerta en tiempo real, paraba la máquina y evitaba producto defectuoso y pérdidas de tiempo. Los telares Toyoda Automatic Loom, se comercializaron por miles y con esas ganancias se generó el capital crear Toyota.

El ansia de los Toyoda por evitar desperdicios, en los procesos productivos, impulsado por un Japón en plena recesión postguerra, los llevo a aprender a hacer más con menos, ser altamente eficientes y productivos, fundando los principios del Lean Manufacturing.

Evolución

Kiichiro Toyoda quería un estado de producción, en la que máquinas, instalaciones y personas trabajaran en plena armonía y sincronización para cumplir con la fabricación sin generar desperdicios, eliminando cualquier despilfarro entre las diferentes operaciones del proceso, se le reconoce como el padre del concepto de producción Just-in-Time (JIT).

El Gobierno japonés, al ver los resultados de Toyota, fomentó que su modelo de se llevara a otras empresas, lo que generó la ventaja competitiva de la industria japonesa a finales del siglo XX.

Este modelo llegó a Occidente hasta los años 90 de la mano del libro de Wornak, Jones y Roos titulado, ‘The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production, Toyota’s Secret Weapon in the Global Car Wars that is now Revolutionizing World Industry’. Los autores

explican las características de un nuevo sistema de producción que combina con maestría eficiencia, flexibilidad y calidad, hablando por primera vez del concepto de Lean Manufacturing.

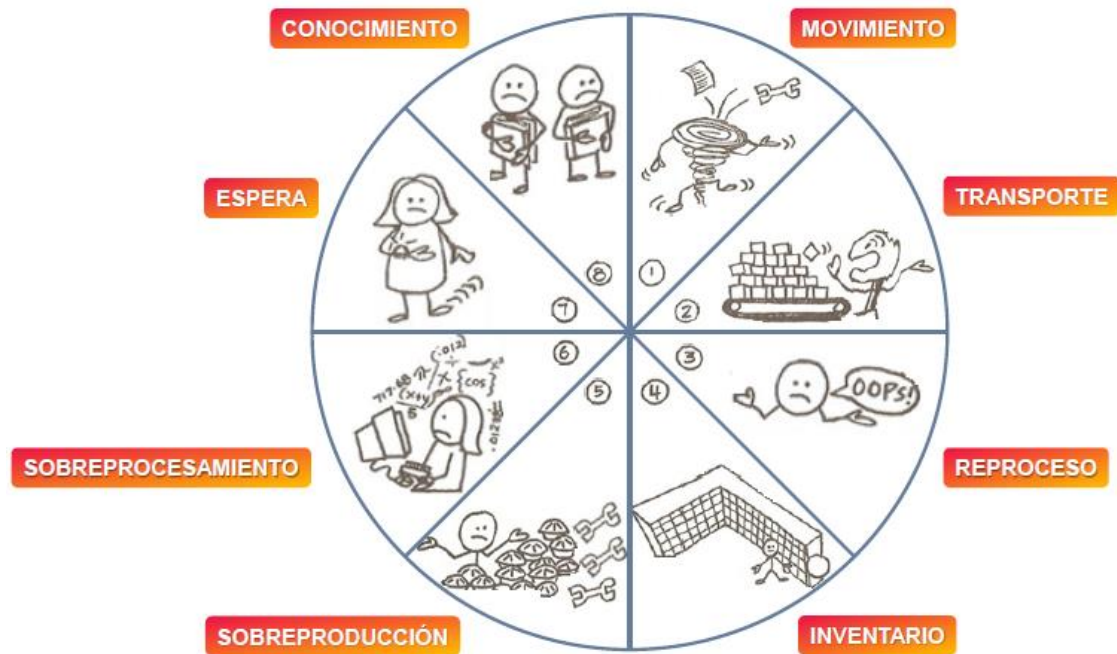
Los principios fundamentales del Lean Manufacturing

- 1) Calidad a la primera: llegar a cero defectos, detectar y solucionar al origen de los problemas.
- 2) Minimización del desperdicio: eliminación las actividades que no agregan valor y/o optimizar el uso de los recursos escasos
- 3) Mejora continua: incorporar la mejora continua al ADN de la organización, para reducir costos, mejorar la calidad, y aumentar la productividad
- 4) Procesos “Pull”: la fabricación la solicita el cliente final
- 5) Flexibilidad: responder rápidamente a cambios de formato, manteniendo la eficiencia
- 6) Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores: llegando a acuerdos para compartir riesgos, costos e información.

Desperdicio o merma

Figura 4

Tipos de desperdicio



Fuente: CoWork (2018)

Movimiento

Causas Raíz

- Mala organización del área de trabajo
- Localizaciones no identificadas
- Método de trabajo no optimizado
- Sobreproducción

Observables

- Movimientos incómodos para alcanzar las piezas y herramientas
- Caminar excesivo
- Área de trabajo desordenada

Transporte

Causas Raíz

- Muchas áreas de almacenaje
- Localizaciones no identificadas
- Producción en grandes lotes
- Mala distribución en planta / organización
- Falta nivelado producción
- Sobreproducción

Observables

- Sistemas Push
- Grandes lotes
- No gestión visual / localizaciones

Reproceso

Causas Raíz

- Control débil del proceso
- Material / información de entrada defectuosa
- Mantenimiento preventivo insuficiente
- Desorganización área trabajo
- Falta formación

-Herramientas y equipos inadecuados

Observables

-Verificación de entradas excesiva

-Estaciones de inspección

-Chatarra/ recuperación / áreas de clasificación

Inventario

Causas Raíz

-Procesos no fiables

-Proveedores no confiables

-Producción no nivelada/ grandes lotes

-Mala comunicación

-Optimización local

-Cambios / ajustes largos

-Bajo rendimiento maquinas / sobreproducción

Observables

-Almacenes / áreas de espera

-Grandes buffers entre operaciones

Sobreproducción

Causas Raíz

-Producir “por si acaso”

-Programación por “oleadas”

-Máquinas no fiables

- Procesos no capaces
- Cambios de formato largos
- Uso indebido de la automatización

Observables

- Inventarios grandes
- Sistemas push
- Lead times muy largos

Sobreprocesamiento

Causas Raíz

- Cambios de producto, sin ajustes de proceso
- Estándares que no se cumplen
- Métodos de trabajo inadecuados
- Requerimientos cliente poco claros
- Operaciones redundantes
- Falta de formación y carencia estándares
- Sobreproducción

Observables

- Costo no competitivo
- Operaciones redundantes

Espera

Causas Raíz

- Cargas de trabajo no equilibradas

- Tiempo muerto no planeado
- Largos cambios / ajustes
- Problemas de calidad o de mantenimiento
- Sobreproducción

Observables

- Operarios esperando a la máquina
- Operarios en espera de material / información
- Materiales/información esperando en procesos

Conocimiento

Causas Raíz

- No se conocen las habilidades del personal
- No se escuchan las ideas propuestas

Observables

- Operarios desmotivados
- Procesos inmutables a través del tiempo
- Renuncias / Despidos

Herramientas para JIT (Justo a tiempo)

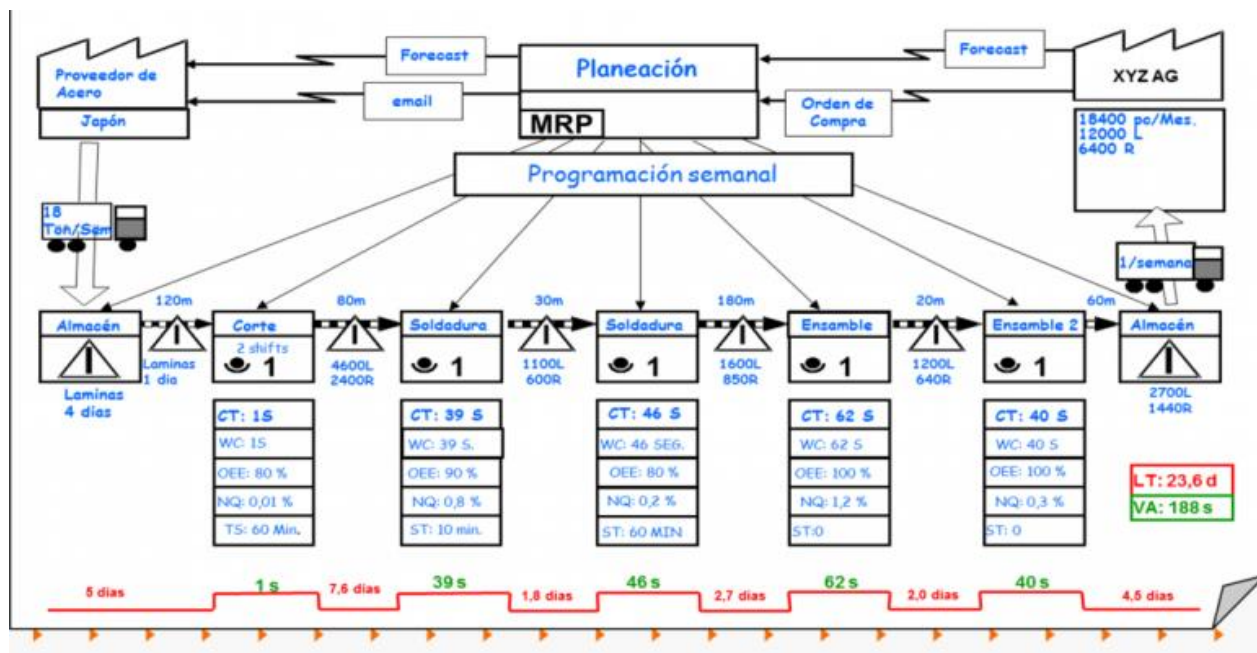
- 5s: clasificación, orden, limpieza, estandarizar y disciplina
- Jidoka: detener el proceso, ante la presencia de defectos
- Poka Yoke: dispositivos para evitar errores
- Kanban: tarjetas para visualizar el flujo de trabajo
- TPM: mantener la disposición para producir a plenitud sin paradas
- Smed: cambios rápidos de formato o herramientas

VSM

Es una técnica gráfica para analizar un proceso, visualiza detalles para comprender el flujo de información y de materiales necesarios, para que un producto o servicio llegue al cliente. Esta técnica ayuda a identificar las actividades que no agregan valor al proceso, para posteriormente iniciar las mejoras que permitan eliminar o disminuirlas.

Figura 5

Ejemplo VSM



Fuente: Leansolutions (2020)

Desarrollo de la Investigación

Estado del arte

La industria colchonera colombiana es muy tradicional, no ha llegado a explorar implementación de metodologías de producción y calidad, lo que la deja en desventaja, respecto a la competencia internacional.

Adicionalmente en el mercado existen un sin número de fabricantes informales, con controles de calidad y proceso no certificables.

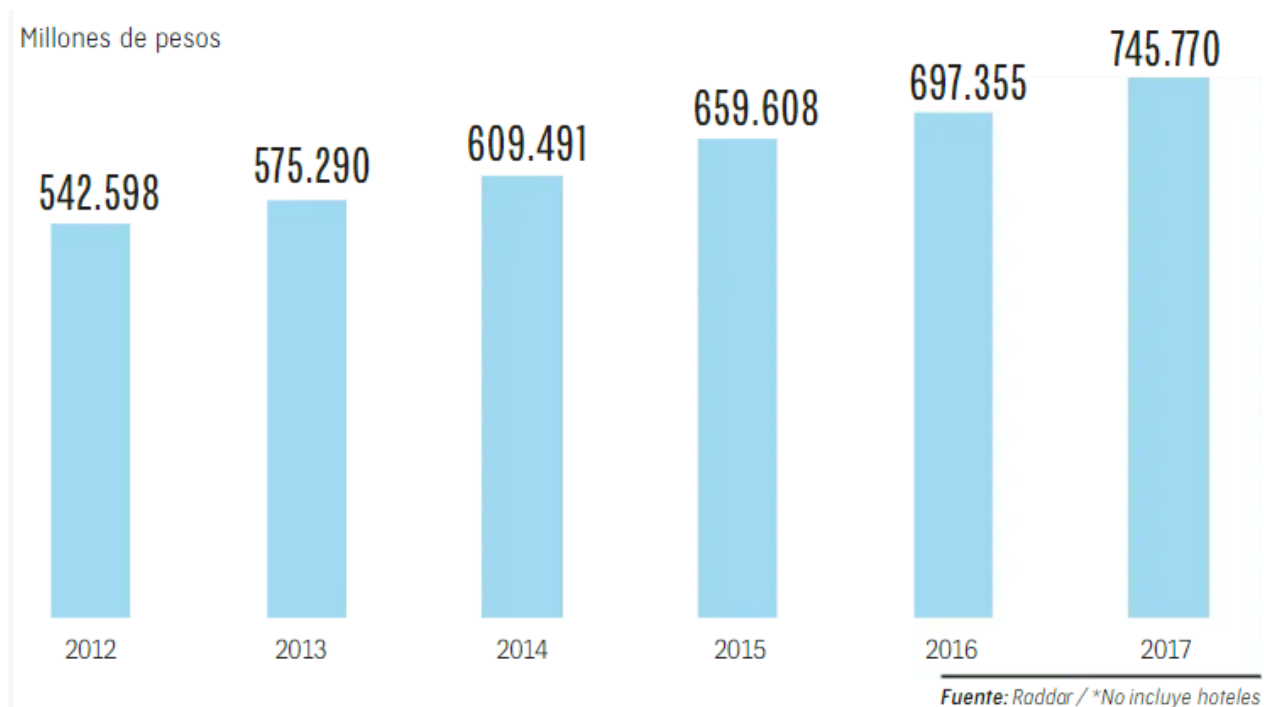
A pesar de esto es innegable que la calidad de los productores formales nacionales, ha mantenido el sector a flote, sin embargo la relación costo-beneficio, debe ajustarse para mantenerse competitivos.

El desarrollo de la industria moderna de los colchones ha llegado a convertirlos en instrumentos de descanso y placer, en cuya fabricación intervienen conocimientos científicos y técnicos con altas especificaciones. De ese colchón primitivo relleno de lana de oveja queda poco. Hoy la diferencia entre dormir y descansar radica en otra serie de elementos que solamente pueden ser contruidos en modernas fábricas y con todos los adelantos de la tecnología. Sin embargo, y de la misma forma que el colchón ha sido un elemento para el descanso de los seres humanos, también ha llegado a ser el hábitat tradicional de casi dos millones de otros seres vivos, entre los cuales están los ácaros, los hongos y las bacterias. Está comprobado que el 55% de los colombianos compra su colchón únicamente cuando cambia de casa o de estado civil, y en la mayoría de los casos es un bien heredable.

Preocupados y conscientes de la responsabilidad social que implica la fabricación de un colchón que garantice la salud y el bienestar de las personas, los empresarios del sector iniciaron en el año 2002, un proceso de concienciación en el tema y conformaron el Comité del Sector de Fabricantes de Colchones al interior de FENALCO; cuya motivación principal es la preocupación sobre la producción y comercialización de colchones fabricados con insumos provenientes de la basura y materiales reciclados incorrectamente (colchones en desuso), práctica que atenta contra la salud de los consumidores.

Figura 6

Mercado de colchones en Colombia



Fuente: Colchones, una industria que no se duerme en los laureles. (2018)

Requisitos legales

Resolución 1842:2009 Ministerio de la protección social

Por la cual se determina como artículo de uso doméstico los colchones y colchonetas y se establecen algunos requisitos sanitarios para su fabricación y comercialización

Resolución 1950:2009 Ministerio de comercio, industria y turismo

Por la cual se expide el Reglamento Técnico sobre Etiquetado de Confecciones

Ley 1480:2011 Estatuto del Consumidor

Esta ley tiene como objetivos proteger, promover y garantizar la efectividad y el libre ejercicio de los derechos de los consumidores, así como amparar el respeto a su dignidad y a sus intereses económicos

Fabricantes de colchones con certificaciones de calidad

Tabla 3

Certificaciones de calidad vigentes en el sector colchonero

RAZON SOCIAL	NORMA
INDUSTRIAS SPRING S.A.S.	ISO 9001:2015
	NTC 2094 (2017)
INDUSTRIA AMERICANA DE COLCHONES INDUAMERCOL S.A.S.	ISO 9001:2008
ESPUMADOS S.A.	ISO 9001:2015
INDUSTRIAS DORMILUNA S.A.S.	ISO 9001:2008
INDUSTRIAS CELCO DEL NORTE S.A.S.	ISO 9001:2015

ESPUMAS SANTANDER S.A.S.	ISO 9001:2015
INDUSTRIAS RAMBLER S.A.S.	NTC 2094 (2011)
GRUPO WONDER S.A.	ISO 9001:2015
SERTA COLOMBIA S.A.S.	ISO 9001:2008
ESPUMAS PLASTICAS S.A	ISO 9001:2015
	NTC 2094 (2011)
ESPUMAS DEL VALLE S.A.	ISO 9001:2015
ESPUMLATEX S.A.	ISO 9001:2015
INDUSTRIAS FANTASÍA S.A.	NTC 2094 (2011)
COLCHONES EL DORADO S.A.	ISO 9001:2008
INDUSTRIAS ZABRA S.A	ISO 9001:2015
INDUSTRIA DEL CONFORT S.A.	ISO 9001:2015

Nota. La norma ISO 9001:2015 es el estándar internacional de carácter certificable que regula los Sistemas de Gestión de la Calidad.

La norma técnica NTC 2094:2017 Artículos de uso doméstico. Colchón y colchoneta. Establece los tipos de colchones y colchonetas para uso doméstico e institucional, los requisitos mínimos que estos deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse.

Fuente: Icontec (2020)

De los aproximados 180 fabricantes formales de colchones, solamente 16 tienen certificado un sistema de gestión de la calidad ISO 9001, de estas compañías 4 tienen sello de calidad del producto NTC 2094.

No existe ninguna empresa del sector colchonero con certificación Six Sigma.

Scrum

Roles

Tabla 4

Cuadro de Roles

Persona	Contacto	Rol
Juan Pablo Arias	juanarias@gmail.com	Product Owner
Juan Pablo Arias	juanarias@gmail.com	ScrumMaster (o Facilitador)
Clara Melo	claramelo@gmail.com	Equipo de desarrollo
Humberto Ariza	humbertoariza@gmail.com	Equipo de desarrollo
Cesar Bonilla	cesarbonilla@gmail.com	Equipo de desarrollo
Jorge Luis Casas	jorgecasas@gmail.com	Stakeholders

Fuente: Stakeholders (2018)

Definición de Sprints

Tabla 5

Sprints

		Gantt Dias					
ID - Sprint	Tarea	30	30	30	30	30	30
S1	Planificar el proyecto	S1					
S2	Realizar investigacion del proceso		S2				
S3	Analizarlos datos del proceso			S3			
S4	Definir acciones de mejora				S4		
S5	Verificar la ejecución de los planes de acción					S5	
S6	Revisar resultados y ajustar las planes de acción						S6

Fuente: Stakeholders (2018)

Sprint 1 Planificar el proyecto

Objetivo: Determinar las actividades y responsabilidades en la realización del proyecto

Alcance: Sprint 0 a planificación realizada

Para éste Spring se debe realizar la reunión Revisión Sprint

Sprint 2 Realizar investigación del proceso

Objetivo: Determinar las variables y desperdicios del proceso a considerar en la implementación

Alcance: Sprint 1 a Sprint 3

Para éste Spring se debe realizar la reunión Planificación, Revisión y Retrospectiva Sprint

Sprint 3 Analizarlos datos del proceso

Objetivo: Evaluar la información del proceso y definir cuales las variables y desperdicios son críticos

Alcance: Sprint 2 a Sprint 4

Para éste Spring se debe realizar la reunión Planificación, Revisión y Retrospectiva Sprint

Sprint 4 Definir acciones de mejora

Objetivo: Definir las acciones, responsables y plazos, para mejorar la variabilidad y desperdicios del proceso

Alcance: Sprint 2 a Sprint 5

Para éste Spring se debe realizar la reunión Planificación, Revisión y Retrospectiva Sprint

Sprint 5 Verificar la ejecución de los planes de acción

Objetivo: Verificar si las acciones definidas fueron ejecutadas

Alcance: Sprint 2 a Sprint 6

Para éste Spring se debe realizar la reunión Planificación, Revisión y Retrospectiva Sprint

Sprint 6 Revisar resultados y ajustar las planes de acción

Objetivo: Revisar los resultados de la implementación y ajustar los planes de acción

Alcance: Sprint 2 a fin del proyecto

Para éste Spring se debe realizar la reunión Planificación, Revisión y Retrospectiva Sprint

Plan de Reuniones

Tabla 6

Reuniones

Persona	Rol	Scrum Diario	Planificación Revisión Retrospectiva Sprint	Método	Actas y seguimiento
Juan Pablo Arias	Product Owner		Requerido	Teleconferencia	https://www.google.com/intl/es_co/drive/
Juan Pablo Arias	ScrumMaster	Opcional	Requerido	Presencial	
Clara Melo	Equipo de desarrollo	Requerido	Requerido	Presencial	
Humberto Ariza	Equipo de desarrollo	Requerido	Requerido	Presencial	
Cesar Bonilla	Equipo de desarrollo	Requerido	Requerido	Presencial	
Jorge Luis Casas	Stakeholders		Requerido	Teleconferencia	

Fuente: Stakeholders (2018)

Riesgos

PUNTUACION DE RIESGOS PARA PROBABILIDAD E IMPACTO:

Muy bajo (1); Bajo (2); Medio (3); Alto (4); Muy Alto (5)

Tabla 7*Valoración de riesgos*

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Puntaje	Prioridad
Fecha de entrega ajustada	Muy Alta	Media	15	1°
Limitaciones al alcance del resultado	Alta	Media	25	1°
Error en los datos del proceso	Alta	Media	25	2°
Error en el análisis y definición de acciones	Muy Alta	Muy Alto	25	1°
Error en la ejecución de acciones	Muy Alta	Muy Alto	25	1°
Sostenibilidad en el tiempo	Muy Alta	Muy Alto	25	1°

POLITICA PARA SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS	
PUNTAJE DEL RIESGO	ESTRATEGIA
15 – 25	EVITAR
6 – 14	REDUCIR
3 – 5	ACEPTAR ACTIVAMENTE
1 – 2	ACEPTAR PASIVAMENTE

Fuente: Stakeholders (2018)

Backlog

Tabla 8

Backlog de Producto

Sprint	Tarea	Responsable	T Estimado	T Acumulado	Avance
S1	Planificar el proyecto	Todos	30	30	100
S2	Realizar investigacion del proceso	Equipo de desarrollo	30	60	100
S3	Analizarlos datos del proceso	Equipo de desarrollo	30	90	100
S4	Definir acciones de mejora	Equipo de desarrollo	30	120	90
S5	Verificar la ejecución de los planes de acción	Equipo de desarrollo	30	150	10
S6	Revisar resultados y ajustar las planes de acción	Todos	30	180	10
					91 - 100%
					31 - 90
					< 30

Nota. Avance al 30/10/2018

Fuente: Stakeholders (2018)

Determinación del Burn Down

Tabla 9

Burn Down

		Gantt Dias					
ID - Sprint	Tarea	30	60	90	120	150	180
S1	Planificar el proyecto						
S2	Realizar investigacion del proceso						
S3	Analizarlos datos del proceso						
S4	Definir acciones de mejora						
S5	Verificar la ejecución de los planes de acción						
S6	Revisar resultados y ajustar las planes de acción						
							Dias

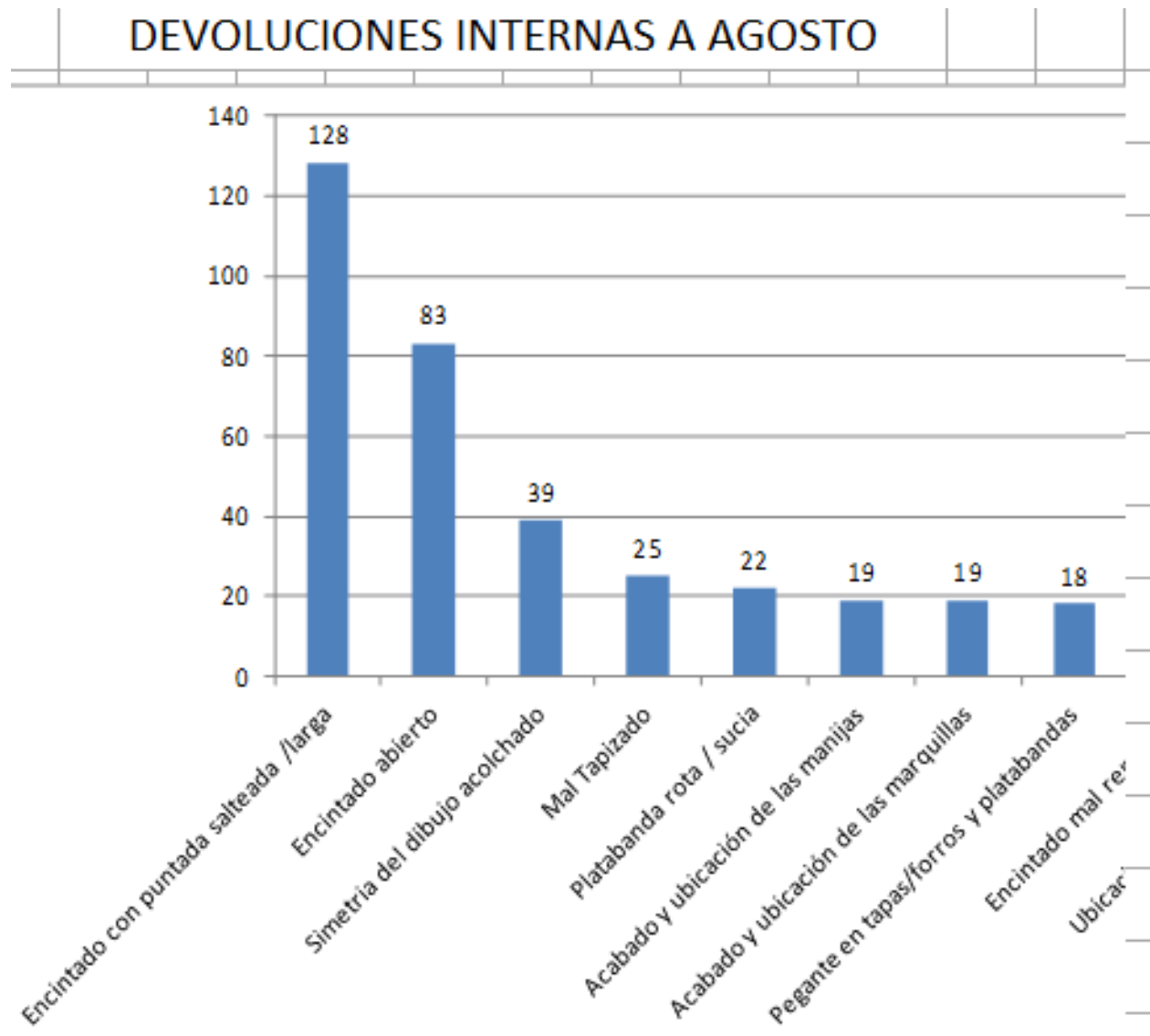
Fuente: Stakeholders (2018)

Six Sigma

D (Definir)

Figura 7

Devoluciones internas de producto terminado Ago-2018

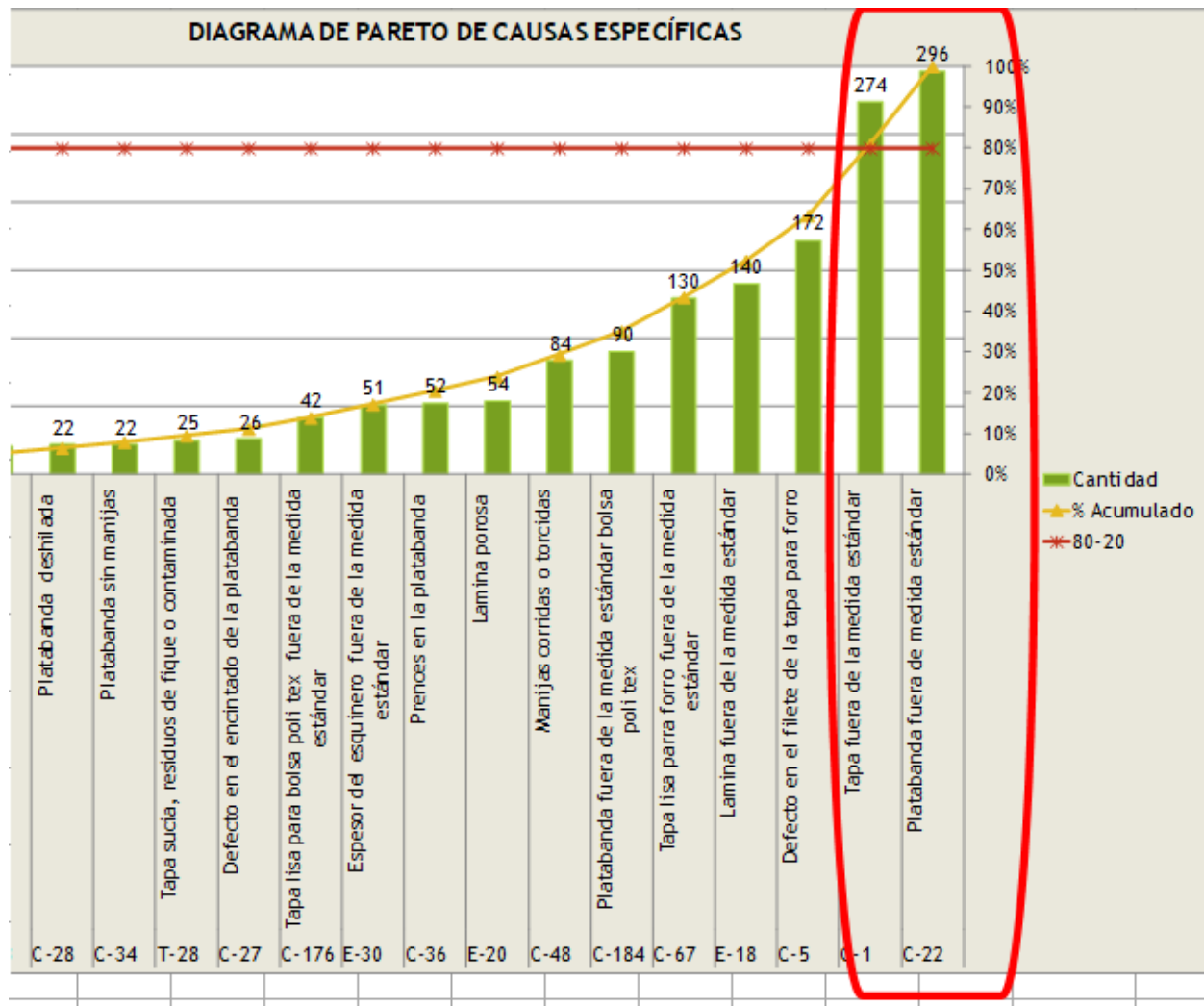


Nota. Pareto de producto No Conforme al mes

Fuente: Stakeholders (2018)

Figura 8

Devoluciones de subensambles (controles de proceso)



Nota. Pareto de subensambles No Conformes al mes

Fuente: Stakeholders (2018)

M (Medir)

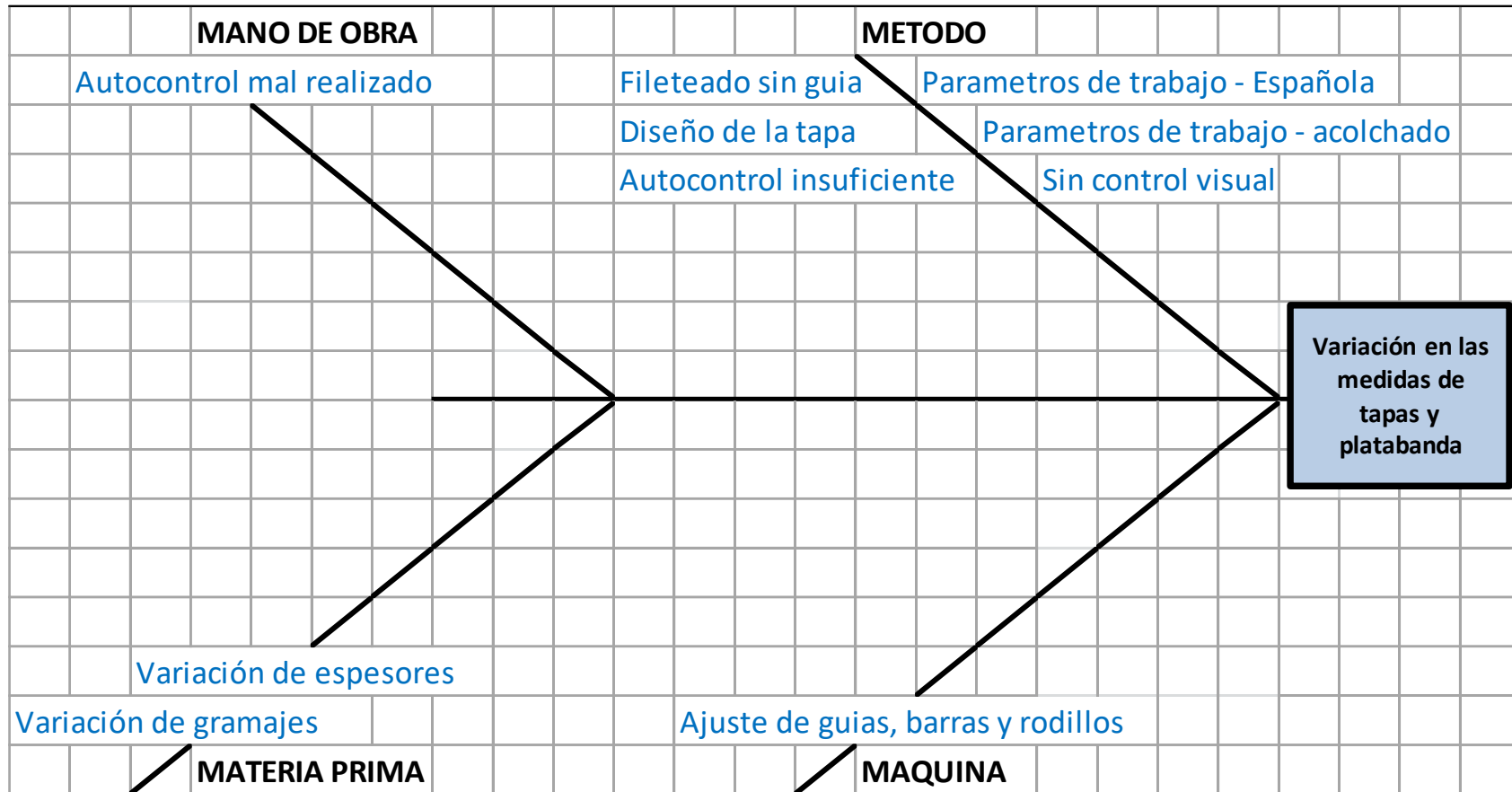
Las desviaciones principales en producto terminado, son encintado abierto y encintado con puntada saltada. Ambos defectos sumados son el Pareto (88%)

Las variaciones principales en control del proceso están concentradas en platabanda y tapa fuera de medidas. Ambos defectos significan el 39% del total.

A (Analizar)

Figura 9

Análisis de causas (Ishikawa)



Fuente: Stakeholders (2018)

I (Mejorar)

Tabla 10

Plan de mejoramiento

Accion correctiva	RESPONSABLE	F.INICIO	F.FIN
Medir los casos de no conformidad.	Humberto Ariza	1/10/2018	15/03/2019
Medir el total de reprocesos.	Humberto Ariza	1/10/2018	15/03/2019
Reforzar al personal metodologia de medicion y control	Humberto Ariza	1/10/2018	15/12/2018
Implementar poka yoke para fileteado de tapas	Cesar Bonilla	1/10/2018	TBD
Evaluar el diseño del filete en las tapas	Humberto Ariza	1/10/2018	15/12/2018
Colocar tableros indicadores	Humberto Ariza	1/10/2018	15/12/2018
Re-definir especificaciones para tapas, platabanda y espumas	Humberto Ariza	1/10/2018	15/11/2018
Re-definir controles que agreguen valor	Humberto Ariza	1/10/2018	15/12/2018
Reforzar y hacer seguimiento al autocontrol de procesos	Todos	1/10/2018	15/12/2018
Definir parametros de la española	Bernardo Gonzalez	1/10/2018	15/12/2018
Definir parametros de las acolchadoras	Bernardo Gonzalez	1/10/2018	15/12/2018
Implementar control visual en las acolchadoras	Bernardo Gonzalez	1/10/2018	15/01/2019
Implementar control visual en fileteado	Bernardo Gonzalez	1/10/2018	15/01/2019
Evaluar la variacion en los materiales del acolchado	Humberto Ariza	1/10/2018	15/12/2018
Garantizar el estado adecuado de guias, barras y rodillos, en las acolchadoras	Cesar Bonilla	1/10/2018	TBD
Garantizar el funcionamiento y uso adecuado, de las guias y reglas, en las cortadoras	Jose Vidal	1/10/2018	TBD
Definir parametros de proceso para corte de espumas	Jose Vidal	1/10/2018	15/12/2018
Definir trazabilidad adecuada en las espumas	Jose Vidal	1/10/2018	15/11/2018
Implementar control visual en las cortadoras	Jose Vidal	1/10/2018	15/12/2018
Garantizar el estado adecuado de cuchillas y cortadoras	Cesar Bonilla	1/10/2018	TBD

Fuente: Stakeholders (2018)

C (Controlar)

Tabla 11

Actividades de Control

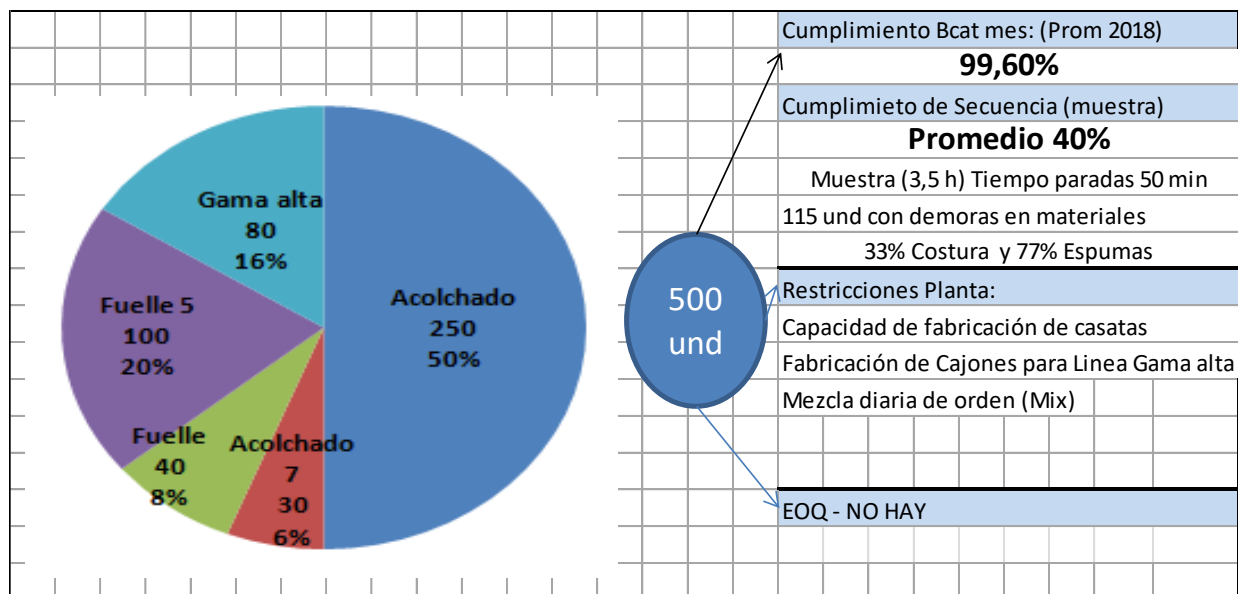
Actividades de control	RESPONSABLE
Garantizar la conformidad metrológica de los equipos de medición	Humberto Ariza
Registrar los resultados de las mediciones para realizar análisis estadístico	Humberto Ariza
Implementar controles más estrictos al proceso y producto terminado	Humberto Ariza
Determinar los ahorros por disminución de reprocesos	Clara Melo

Fuente: Stakeholders (2018)

Lean manufacturing

Figura 10

Situación actual



Nota. Productividad actual 99,6%

Fuente: Stakeholders (2018)

Situación propuesta

- Aumentar la capacidad de la planta en un 8% a diciembre de 2018
- Incrementar un 20% mensual el cumplimiento de la secuencia hasta lograr un 98% a diciembre del 2018
- Evaluación diaria del requerimiento a producción con la capacidad de la planta por proceso (Utilización de la capacidad)

Tabla 12

Situación operativa propuesta

- Definicion de la secuencia en corte vertical																	
- Producción espumadora x KANBAN																	
- Gestion visual del cumplimiento de la secuencia en planta (cortes cada 2 horas)																	
- Entrega de laminas a banda conveyor por sistema kanban																	
- Definicion de la inventarios de laminadas de espumas (Consumo alto en planta)																	
- Gestion desde la lectura de sub ensambles con codigos para control del ensamble de producto terminado																	
- Planta con 5s implementado																	

Fuente: Stakeholders (2018)

Objetivos

Tabla 13

Formato para Indicadores Diarios

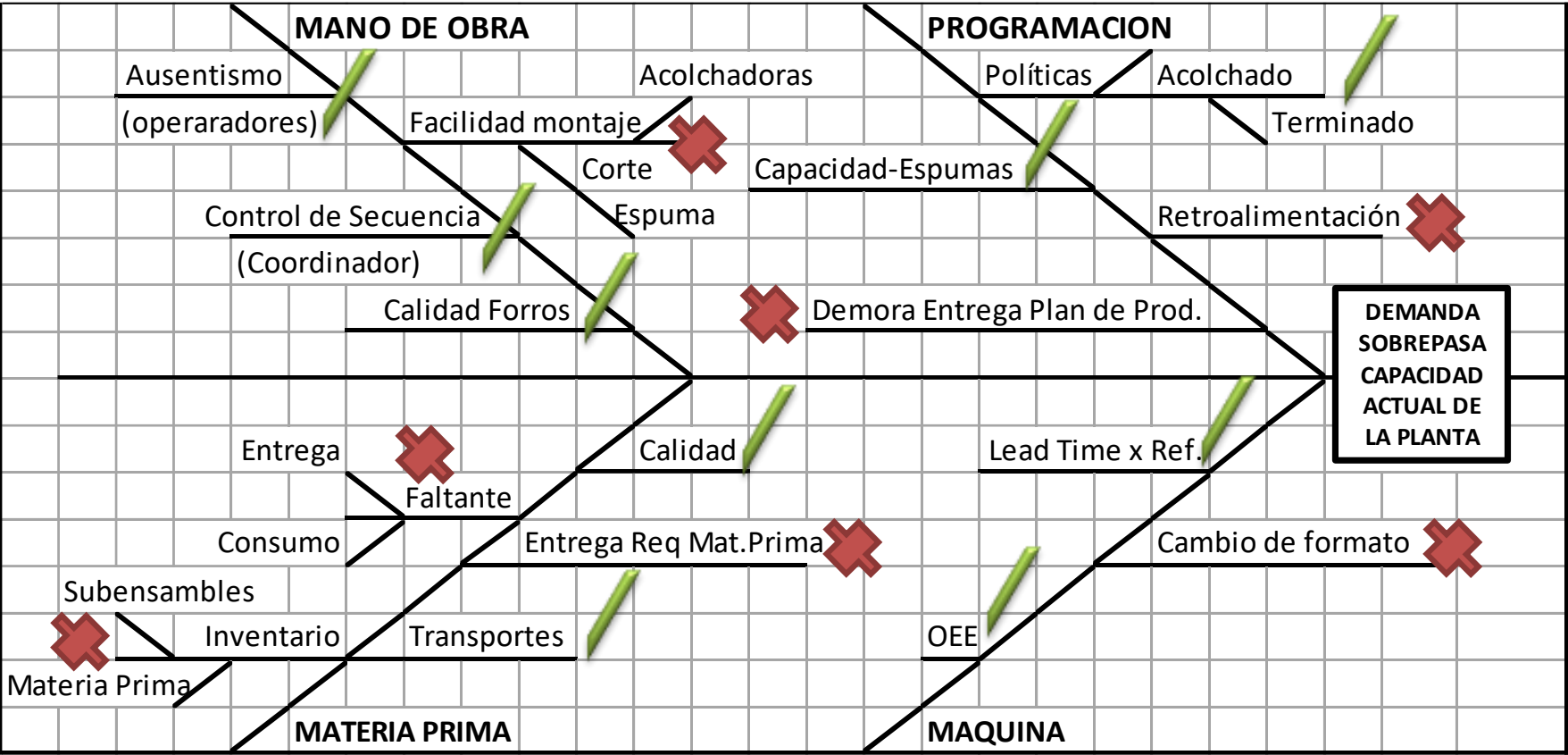
[illegible]

Fuente: Stakeholders (2018)

Análisis de causas

Figura 11

Análisis de causas (Ishikawa)



Fuente: Stakeholders (2018)

Mejoramiento

Tabla 14

Plan de Mejoramiento

Actividades de Mejora	RESPONSABLE	F.INICIO	F.FIN
Evaluar montaje cortadora vertical 095	CESAR BONILLA	21/09/2018	25/09/2018
Evaluar lectura de subensamles con código	JORGE LUIS CASAS	21/09/2018	25/09/2018
Definir capacidad de la cortadora vertical	JOSE VIDAL	1/10/2018	15/10/2018
Definir restricciones en los procesos	COORDINADORES	1/10/2018	15/10/2018
Implementación Kanban referencias seleccionadas	BERNARDO GONZALEZ	1/10/2018	15/11/2018
Colocación tableros indicadores	TODOS	1/10/2018	15/11/2018
Base para medición del cumplimiento de la secuencia (cada 2 h)	JORGE JIMENEZ-COORD	1/10/2018	15/10/2018
Base para la medición del % de Utilización por planta	CLARA MELO-COORD	1/10/2018	1/11/2018
Medir OEE en máquinas principales	MANT - COORD	1/10/2018	1/11/2018

Fuente: Stakeholders (2018)

Metodología

Esta investigación está enmarcada dentro de una monografía en la que se compilan diferentes referencias bibliográficas, información de cursos específicos realizado por el autor, paginas oficiales del sector colchonero, páginas oficiales de normas técnicas e información de la implementación Lean / Six Sigma en una planta de colchones.

La información bibliográfica recolectada fue revisada respecto a la experiencia práctica en la implementación Lean / Six Sigma realizada en una planta de colchones, se identificaron los aspectos más importantes y se observa que es viable usar la gestión de proyectos ágiles, en la implementación de las metodologías de mejora.

Resultados

Cuatro meses después del inicio de actividades del proyecto, los resultados ago-2018 versus dic-2018 muestran una mejora en variables fuera de especificación:

Los reportes de sub-ensambles no conformes pasaron de 3013 a 1829 con reducción del 39%, los defectos en producto terminado pasaron de 240 a 203 unidades una reducción del 15%.

Adicionalmente la capacidad de planta aumento 14 % del 3Q al 4Q del año 2018.

Los resultados evidencian la viabilidad y los beneficios de implementar metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma en una fábrica de colchones. Aparte del aumento de eficiencia en la producción, se mejora la calidad de sub-ensambles y producto terminado, adicionalmente se logran diferenciales en el mercado por el aumento de capacidad de planta, disminución en el consumo de recursos y mejoras en los tiempos de entrega a cliente final.

Conclusiones

Las etapas de las metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma, enmarcadas dentro del desarrollo de un proyecto ágil, se definieron y se realizó su implementación.

Los riesgos se definieron y valoraron.

Tener caracterizada la información sobre los costos generados por desperdicios y no conformes, permite evaluar la totalidad de los beneficios económicos de implementaciones como ésta.

El visualizar resultados positivos prontamente, conllevó a asumir que la implementación había concluido.

El método de mejora 5s, aunque sencillo requiere cambios de paradigma y de cultura, para beneficiar los flujos de proceso. Esta etapa debió detallarse en el marco de la implementación, por el impacto que representa.

Mediante la gestión de proyectos ágiles, se logró implementar parcialmente Lean Manufacturing y Six Sigma en una empresa de colchones, mostrando resultados positivos, a pesar de la alta incertidumbre y riesgos del proyecto.

Podemos concluir que la gestión de proyectos ágiles fue la elección apropiada y a la justa medida.

Los errores cometidos, en la implementación, forman parte del aprendizaje del equipo de trabajo interdisciplinario que por primera vez se enfrentó a un proyecto de ésta envergadura.

Recomendaciones

Se recomienda que en la etapa de verificación, se enfatice en el cumplimiento de la ejecución de los planes de acción, para aumentar el porcentaje de implementación final.

Los análisis de causas y las actividades de control, debieron ser más detallados, para garantizar la disminución de desviaciones en el proceso y la ejecución de acciones correctivas.

En cuanto al tratamiento de riesgos, se debió realizar un análisis más profundo que implicara ejecutar acciones concretas para mitigarlos.

Para tener un análisis estadístico adecuado, de los resultados de las variables intervenidas, es apropiado utilizar un software específico, lo ideal hubiese sido incluirlo como recurso necesario.

Es ideal determinar lapsos de tiempo periódico, posteriores a la implementación inicial, para verificar los resultados obtenidos del proyecto y realizar los ajustes necesarios.

Referencias

Aden International Business School. (2017). *Curso Desarrollando la Gestión Ágil de Proyectos*.

[Presentación de diapositivas]. Aden.

Material de curso.

Colchones, una industria que no se duerme en los laureles. (2018). *El tiempo*.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/industria-de-colchones-en-colombia-2018-276232#:~:text=Una%20de%20ellas%20es%20la,a%20745.770%20millones%20de%20pesos.>

CoWork. (2018). *Curso de Lean Manufacturing*. [Presentación de diapositivas]. Cowork.

Material de curso.

Fenalco. (20 de Noviembre de 2020). *Unidos por un buen dormir*. Fenalco.

<http://www.fenalco.com.co/node/513>.

Icontec. (2020). *Certificación Sistemas de Gestión*. Icontec.

<https://www.icontec.org/certificacion-de-sistema/>

Icontec. (2020). *Certificación de Producto*. Icontec.

<https://www.icontec.org/certificacion-de-producto>

Icontec. (2017). *Norma NTC 2094. Artículos de uso doméstico. Colchón y colchoneta*.

Requisitos. Icontec.

<https://tienda.icontec.org/gp-articulos-de-uso-domestico-colchon-y-colchoneta-requisitos-ntc2094-2017.html>

Leansolutions. (2020). *VSM, Value Stream Mapping*. Leansolutions.

<https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>

Palacio, J. (2008). *Manual ScrumManager. Gestión de proyectos*. Safe Creative.

P.E.T. Terra Systems Company. (2006). *Curso de Calidad, productividad y Six Sigma*.

[Presentación de diapositivas]. Petsystems.

Material de curso.

Stakeholders. (2018). *Información recopilada de la implementación Six Sigma y Lean Manufacturing*.

Vargas-Hernández, J., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez-Castillo, M. (2016). *Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?*

Ingeniería Industrial. Actualidad y nuevas tendencias: 5(17), 153-174

<https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>